

排水工程

上册

上海科学技术出版社

排 水 工 程

上 册

同 济 大 学 编

上海科学技术出版社

排 水 工 程

下 册

同 济 大 学 编

上 海 科 学 技 术 出 版 社

排 水 工 程
上 册

同济大学 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 17.25 字数 405,000
1978 年 7 月第 1 版 1978 年 7 月第 1 次印刷

书号: 15119·1936 定价: 1.40 元

内 容 提 要

本书叙述工业企业和城镇排水工程的基本原理和实践知识,全书分两册出版。这一本是下册,包括第四篇废水处理方法(二)和第五篇几种工业废水的处置和处理;书中介绍了常用的几种化工过程(蒸发、结晶、萃取、蒸馏和吸收)的原理、设备、操作和计算,对几种主要的工业废水的来源、性质、处置和处理方面的实践知识作了阐述,并对城市工业废水的治理作了论述。

本书是同济大学给水排水专业的教学用书,可供给水排水专业师生阅读和有关工程技术人员参考。

排 水 工 程

下 册

同 济 大 学 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷六厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 12 字数 283,000

1980 年 8 月第 1 版 1980 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—13,000

书号: 15119·2064 定价: (科四) 1.15 元

内 容 提 要

本书叙述工业企业和城镇排水工程的基本原理和实践知识。对沟道系统和废水处理方法与设备的原理、设计和运行作了比较全面的阐述,并附有一些例题,以帮助读者理解原理和掌握计算方法。充分使用了示意图,也采用少量的设计图。

全书共五篇,分两册出版。上册包括概论、第一篇沟道系统、第二篇废水的出路和第三篇废水处理方法(一)(常用的废水处理方法)。下册包括第四篇废水处理方法(二)(几种常用的化工过程)和第五篇几种工业废水的处置和处理。

本书是同济大学给水排水专业的教学用书,可供给给排水专业师生阅读和有关工程技术人员参考。

前 言

英明领袖华主席亲自主持召开的中国共产党第十一次全国代表大会，高举毛主席的伟大旗帜，总结了第十一次路线斗争的经验，坚持无产阶级专政下的继续革命，动员全党、全国人民为实现抓纲治国的战略决策，为在本世纪内把我国建设成为伟大的社会主义的现代化强国而奋斗。一场规模空前的社会主义建设新高潮正在掀起。

大好形势，给我们给水排水工作者提出了更艰巨、更光荣的战斗任务。随着现代工业的发展和新城鎮的出现，工业废水和生活污水量将不断增加，必须及时地、妥善地予以排除和处置；否则，将会污染环境，从而影响人民生活 and 工农业生产。

几乎没有一种工业生产能够离开水，而且工业用水量要比生活用水量多得多。例如，加工1吨原油需水3吨至几十吨，生产1吨钢铁需水200吨，生产1吨纸需水200~500吨，生产1吨人造纤维需水1200~1700吨，等等。而大量的工业用水中，仅很小一部分是用掉了，绝大部分只是用过，成为工业废水。工业废水中有许多有害物质，其中以有机物质和有毒物质对环境的危害最大。现代城镇住房广泛采用卫生设备，居民用水量也急剧上升，绝大部分生活用水转变为生活污水。生活污水中的杂质基本上都是有机。如果任凭工业废水和生活污水流入河流或湖泊，则水中微生物将以废水带来的有机物为养料，猛烈繁殖，消耗大量的溶解氧。例如，生产1吨纸浆的废水排入河流时，大致要消耗河水中溶解氧250公斤；居民1万人的生活污水排入河流时，每日约消耗溶解氧400公斤。水中溶解氧迅速消耗而超过从水面大气得到的补充时，溶解氧浓度就会下降。当水体污染严重时，溶解氧剧烈下降，威胁鱼类生存，有时水体甚至因溶解氧耗尽而变黑发臭。工业废水中的某些化合物危害更大。例如，炼焦制气废水含有氰化物和酚。氰化物是剧毒物质，人的致死量是0.06~0.12克(CN)，鱼类的致死浓度约为1毫克(CN)/升。酚的毒性虽低于氰，但千分之几毫克/升的酚就足以破坏河水的饮用价值(河水加氯消毒时会形成具有强烈药味的氯酚)，百分之几毫克/升的酚就足以破坏鱼类、农作物的食用价值。至于汞、镉等重金属化合物的危害则更为严重。日本的水俣病已举世皆知。

实际上，由废水、废气和废渣造成的环境污染已成为引人注目和急需解决的世界性问题。在资本主义国家，三废泛滥成灾，严重危害劳动人民的身体健康和生命安全，已成为严重的社会问题。

我们是社会主义国家，社会主义制度为防止环境污染创造了优越的条件。建国以来，尽管受到刘少奇、林彪、“四人帮”的严重干扰和破坏，但是在毛主席革命路线的指引下，我国的环境保护工作贯彻“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民”的方针，防止废水、废气、废渣对大气、水源和土壤的污染，保障人民身体健康，促进工农业生产的发展，取得了显著的成绩。

《排水工程》教材应该充分体现国家对环境保护的方针，并为实现废水问题的解决而服务。本教材共分为五篇。第一篇讲述沟道系统的规划设计、排管施工和管理养护。第二篇介绍工业废水和城市污水的出路。第三篇和第四篇阐述工业废水和城市污水的处理方法；

第三篇包括使废水水质无害化的常用处理方法,为学生提供废水处理方面的基本知识,而第四篇则介绍一些化工方法,以便学生探索废水的综合利用途径。第五篇介绍几种常见工业废水的处置和处理方法方面的一般情况。

由于废水处理问题面广量大,涉及各行业各部门,既要考虑环境保护,又要考虑物资利用,因此,本教材结合我们专业的教学和科研重点,侧重于废水无害化方面的内容,同时介绍废水综合利用方面的知识,以配合各行业的专业人员共同从事这方面的工作。本教材的编写过程中,在一定程度上总结了我们的近年来的教学实践,并注意介绍国内外排水工程方面的新成果,对某些内容也提出了我们的初步看法。由于我们的理论和实践水平的限制,加上时间仓促,本教材并不成熟,还可能有错误,我们热忱希望读者提出批评和意见。

科学技术的现代化是四个现代化的关键。目前对于废水处理技术方面的基础理论研究,环境监测和分析仪器的研制,新型生物处理构筑物的研究,以及环境污染对人体健康影响的研究等都是当务之急。粉碎“四人帮”,科技、教育事业要大上。我们决心在以华主席为首的党中央正确领导下,和有关部门的同志们一起努力,在党的十一大路线的指引下,为环境保护事业作出新的贡献。

同济大学给水排水教研室

一九七七年十月

目 录

第一章 排水工程概论.....	1
第一节 基本概念.....	1
第二节 治理废水的方针.....	3
第三节 排水制度.....	5
第一篇 沟道系统	
第二章 沟道系统上的构筑物.....	9
第一节 概述.....	9
第二节 检查井.....	9
第三节 跌水井.....	11
第四节 水封井.....	12
第五节 溢流井.....	13
第六节 雨水口.....	13
第七节 倒虹管.....	14
第八节 出水口.....	15
第九节 排水泵站.....	16
第三章 工业废水和城市污水沟道的设计.....	23
第一节 概述.....	23
第二节 工业废水设计流量的确定.....	23
第三节 生活污水设计流量的确定.....	24
第四节 污水沟道的定线.....	25
第五节 污水沟道的水力计算.....	25
第四章 雨水沟道和防洪沟的设计.....	37
第一节 雨水沟道设计的原则.....	37
第二节 雨水设计流量的确定.....	33
第三节 雨水沟道的水力计算.....	46
第四节 山地建筑区的防洪.....	53
第五节 山区洪水估算.....	53
第六节 防洪沟的设计要点.....	55
第五章 排管和顶管.....	58
第一节 概述.....	58
第二节 施工前的测量放线.....	58
第三节 排管法施工.....	60
第四节 顶管法施工.....	67
第五节 施工中的排水和降低地下水水位.....	75
第六章 沟道系统的管理和养护.....	81
第一节 概述.....	81

第二节	沟道系统的管理	81
第三节	通沟方法	82
第四节	沟道系统养护经验及其启示	85

第二篇 废水的出路

第七章	水体的自净和废水水质指标	87
第一节	水体的自净	87
第二节	废水水质指标	91
第三节	废水排放标准	93
第四节	废水的无害化	95
第八章	废水灌溉和养殖	96
第一节	概述	96
第二节	废水灌溉	96
第三节	生物塘	98
第九章	废水的利用和回用	100
第一节	城市污水的利用和回用	100
第二节	工业废水的利用和回用	100
第三节	废水的处理方法	101

第三篇 废水处理法(一)

第十章	悬浮物的分离(一)——澄清法	103
第一节	澄清法原理	103
第二节	沉淀池	108
第三节	新型沉淀池	114
第四节	沉砂池	120
第五节	隔油池和破乳	121
第六节	浮选法	124
第十一章	悬浮物的分离(二)——离心法和隔滤法	130
第一节	离心法	130
第二节	隔滤法	135
第十二章	有机物的生物转化(一)——生物过滤法	138
第一节	基本概念	138
第二节	生物滤池的构造	139
第三节	生物滤池的机理	145
第四节	生物过滤法系统的功能设计	156
第五节	生物滤池的运行及其经验	161
第十三章	有机物的生物转化(二)——活性污泥法	163
第一节	两个采用活性污泥法的废水处理厂	163
第二节	曝气池的构造	165
第三节	活性污泥法的机理	172
第四节	活性污泥法系统的功能设计	190
第五节	活性污泥法废水处理厂的运行	197

第十四章	有机物的生物转化(三)——无氧生物处理法	202
第一节	基本概念	202
第二节	污泥消化池的构造	202
第三节	污泥消化的机理	204
第四节	沼气的利用及其产量	207
第五节	消化池的功能设计	208
第十五章	无机溶解物质的分离	210
第一节	化学沉淀法	210
第二节	离子交换法	213
第三节	膜析法	219
第十六章	污泥的浓缩、脱水和干化	223
第一节	概述	223
第二节	污泥的量	224
第三节	污泥的脱水性能	225
第四节	污泥的浓缩	226
第五节	污泥干化场	226
第六节	有机污泥脱水前的预处理	227
第七节	板框压滤机和真空过滤机	230
第八节	有机污泥的干化	232
第九节	湿式燃烧法	234
第十七章	废水处理厂的设计	236
第一节	废水处理厂的流程组合	236
第二节	废水处理厂的平面布置	238
第三节	废水处理厂的高程布置	239
附录一	水力计算图	245
附录二	自记雨量计雨量公式的推导	258
附录三	工业废水和城市污水的排放标准	262
附录四	有关城市污水灌溉的一些数据	264
附录五	废水中抑制生物处理的有害物质容许浓度	266

目 录

第四篇 废水处理方法(二)

第十八章	传热和换热器	267
第一节	概述	267
第二节	蒸汽的特性	267
第三节	传热过程基本知识	268
第四节	热传导	270
第五节	对流传热	274
第六节	换热器传热系数的估算	275
第七节	换热器	277
第十九章	蒸发	282
第一节	概述	282
第二节	蒸发原理	282
第三节	蒸发设备	287
第四节	多效蒸发的流程	291
第五节	蒸发过程的计算	293
第六节	蒸发装置生产能力的提高	299
第二十章	结晶	302
第一节	概述	302
第二节	结晶原理	302
第三节	结晶的方法和设备	304
第四节	结晶器的操作	307
第五节	结晶过程中的估算	307
第二十一章	萃取	309
第一节	概述	309
第二节	萃取剂的选择	309
第三节	萃取原理	310
第四节	萃取设备	315
第五节	萃取塔主要尺寸计算举例	318
第二十二章	蒸馏	321
第一节	概述	321
第二节	蒸馏原理	321
第三节	蒸馏设备	327
第四节	精馏装置的操作	329
第五节	精馏主要设备设计举例	331
第二十三章	吸收	334
第一节	概述	334
第二节	吸收原理	334

第三节	填料塔	341
第四节	填料塔的计算	344
第五节	解吸(提馏)	346

第五篇 几种工业废水的处置和处理

第二十四章	钢铁废水	348
第一节	钢铁生产工艺概述	348
第二节	钢铁废水的来源和性质	349
第三节	钢铁废水的处置和处理	352
第四节	酸性废水的中和	353
第五节	酸洗废液的回收利用	354
第二十五章	电镀废水	360
第一节	电镀工艺概述	360
第二节	电镀废水的来源和性质	360
第三节	电镀废水的处置和处理	361
第四节	电镀含铬废水的处理	363
第五节	电镀含氰废水的处理	367
第二十六章	焦炭煤气废水	370
第一节	炼焦制气工艺概述	370
第二节	焦炭煤气废水的来源和性质	376
第三节	焦炭煤气废水的处置和处理	377
第四节	含酚废水的处理	378
第二十七章	炼油废水	380
第一节	石油和石油工业	380
第二节	炼油工艺概述	381
第三节	炼油废水的来源和性质	386
第四节	炼油废水的处置和处理	387
第二十八章	石油化工废水	392
第一节	烯烃废水	392
第二节	合成纤维废水	395
第三节	顺丁橡胶废水	403
第四节	聚乙烯塑料废水	405
第二十九章	造纸废水	406
第一节	造纸工业	406
第二节	制浆工艺概述	406
第三节	纸浆废水的来源和性质	409
第四节	纸浆废水的处置和处理	411
第五节	黑液的利用	412
第六节	红液的利用	415
第七节	抄纸工艺概述	416
第八节	抄纸废水的来源和性质	416
第九节	白水的处置和处理	416

第三十章 粘胶纤维废水	418
第一节 粘胶纤维生产工艺概述.....	418
第二节 粘胶纤维废水的来源和性质.....	419
第三节 粘胶纤维废水的处置和处理.....	420
第四节 含锌废水的处理.....	422
第五节 浸渍废碱液的回用——碱液的循环系统.....	423
第六节 酸浴的循环系统.....	424
第三十一章 纺织废水	426
第一节 纺织工业.....	426
第二节 染整工艺概述.....	426
第三节 纤维原料的组成和染整用化学品.....	429
第四节 印染废水的来源和性质.....	430
第五节 印染废水的处置和处理.....	432
第六节 丝光机溢流的回用.....	434
第七节 染料的回收.....	434
第三十二章 制革废水	435
第一节 制革工艺概述.....	435
第二节 制革废水的来源和性质.....	436
第三节 制革废水的处置和处理.....	437
第四节 从含铬废水回收铬.....	438
第三十三章 含汞废水	439
第一节 汞污染与水俣病.....	439
第二节 含汞废水的来源.....	439
第三节 汞的性质.....	440
第四节 含汞废水的处置和处理.....	440
第三十四章 工业废水治理综述	443
第一节 城市与工厂的协作.....	443
第二节 工厂治理生产废水的对策.....	443
附录六 水和蒸汽性质表	446
附录七 某些水溶液在某些沸点下的浓度	448
附录八 氢氧化钠溶液的比重	449
附录九 某些物质的结晶热	450
附录十 几种工业废水的组成、性质和处理方法	451

第一章 排水工程概论

第一节 基本概念

(一)城镇和工矿企业的废水有工业废水、生活污水和雨水。

雨水指降水径流,要及时排泄。积水影响交通。积水过多,将进入房屋,影响生产和生活。

生活污水指人们日常生活中用过的水。它主要指居住建筑(工房、住宅等)和公共建筑(旅社、学校、医院、饭店、菜场、浴室、公厕等)排出的废水;其他某些建筑物如机关、设计单位、研究部门等的房屋和工厂中的生活、办公用房排出的废水,也是生活污水。所以,也可以说,除雨水和工业废水之外的各种废水,都是生活污水。

工业废水指工矿企业生产过程中排出的废水;有时,也泛指工矿企业排出的废水。当专论工矿的废水时,常称工业废水为生产废水。

城镇污水沟道中的废水,常统称为城市污水,其组成以生活污水为主。

(二)生活和生产过程用过的水,有三条可能的出路: (1)排入水体(河川、湖泊、海洋、地下水)或排放土壤; (2)作为水质要求较低的用水(供给对水质要求较低的工业,供给农业、渔业、水产养殖业); (3)循环使用。

(三)用过的水排入水体或排放土壤,是自古以来的传统方法,但在技术上则不断有所改进。例如,以往废水多排入地面水体,而近代还采用了废矿和水井把废水排入地下水体。又如,以往废水排入地面水体时,出水口即在岸边,而近代还采用了远远地(有的达几公里,乃至几十公里)伸入水域的出水口。

生活和生产中用过的水,含有各种杂质,不加控制地排放时,可能破坏环境,影响生活和生产,甚至严重威胁人民健康。废水中的杂质种类繁多,决定于废水形成的过程,难以概括。但从杂质影响环境和危害人类的潜在可能性看,废水中杂质主要从两个方面造成危害: (1)消耗水体或土壤中的氧,使正常的有氧环境转化为反常的无氧环境,从而破坏正常环境中的生物(例如鱼类)的生长和繁殖,并使环境呈现不洁和令人厌恶的状态; (2)散发有害物质,直接威胁居民、牲畜、鱼类和农作物,其中毒物和病原体可致生物于死命,而某些物质(例如酚)在浓度很低时并不毒害生物,却破坏鱼类、农作物的食用价值或破坏河水的饮用价值。当然,某些废水还有各自特有的危害性,例如水面油层的火灾威胁、酸性废水的腐蚀性等等。

生活污水中的主要杂质是天然有机质(如粪尿、食物残屑等)和病原体(如肠道传染病菌、寄生虫卵等)。这一类废水大量排入水体时,水体中微生物利用其有机物为养料,猛烈繁殖,会使水体出现严重缺氧,甚至无氧状态。因此,生活污水在排放之前,常进行无害化处理。

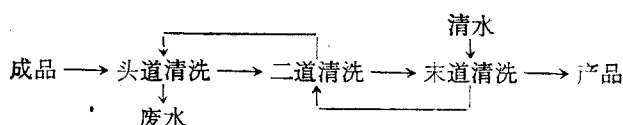
工业废水的水质,随着工业的性质和工艺过程的不同而有很大的差异。有的废水,杂质很少,可以直接排放。有的废水,杂质虽少,但有毒性,必须消除毒性之后,才能排放。有的

废水,杂质很多,却是生产过程中使用的原料或材料,具有使用价值,应予回收或利用,不宜直接排放;为了保护环境,通常也不允许直接排放。关于工业废水的回收利用和无害化,总的说来,经验还很不丰富。

总之,不论水体或土壤,都有接受一定量的废水的能力(这个能力,叫做自净能力)。当污染负荷不超过环境的自净能力时,废水容许直接排放;反之,必须无害化之后,才许排放。

(四)把用过的水再次使用,也是人们常用的方法。现在,这种方法得到了很大的发展。

循序用水是利用废水的一种方式。采取循序使用,常能减少废水的量。例如,工厂中常用的逆流洗涤法就是一种循序用水法。某成品需要清洗三道。每道都可以用清水洗涤;但是,也可以采用逆流洗涤法,即末道清洗采用清水,二道清洗用末道清洗用过的水,头道清洗用二道清洗用过的水,如下图所示:



这种洗涤法,同样能保证洗涤质量,但是废水的量少了,废水问题比较容易解决,同时,也节省了清水用量。

利用生活污水灌溉农田,是循序用水的一个突出的例子。粪、尿、垃圾是我国传统的肥料。污水灌溉,既利用了肥,又利用了水,同时解决了污水的出路,是一个非常合理的方法。但是,在国外,由于社会制度关系,这个方法没有能广泛采用。毛主席指出:“社会主义不仅从旧社会解放了劳动者和生产资料,也解放了旧社会所无法利用的广大的自然界。”我国是社会主义国家,在党的领导下,在工人、贫下中农和工程技术人员共同努力下,污水灌溉将成为解决城市污水的一个重要途径。

在外文书刊中,可以找到把城市污水作为工业企业用水的例子。这也是一种大规模的循序用水。

在循序用水中,常采取处理措施。污水灌溉前,大多经过沉淀,也可采用生物处理。把城市污水作为工业企业用水时,除进行生物处理外,还要进一步处理,使水质符合要求。

(五)循环用水是指本过程用过的水回用于本过程。水在循环使用中,将不断积累杂质。为了维持用水的水质,一般都采取处理措施来去除每一次使用中进入用水的杂质。循环用水,在工厂中常可看到。例如,冷却水的循环使用;腈纶生产中,硫氰酸钠溶液的循环使用;粘胶纤维生产中,酸浴的循环使用。溶液的循环使用,基本上消除了废液的排出,所以是一种理想的处置方式。

从理论上讲,用水的循环使用有极其重要的意义。第一,通过广泛的循环用水,有可能较好地解决废水污染环境的问题。第二,将推动废水的综合利用,从废水废液中回收原材料。第三,各工业先进国家,几乎都出现水利资源不足的现象,循环用水将降低对天然水的需要量。第四,在某些情况下,节约水的费用。例如,当采用天然水源时的处理费用大于循环用水中的处理费用时,节约了处理费。又如,水源遥远时,节约了输水费。同时,循环用水免除了废水的无害化,也节约费用。

(六)从上面的讨论中可以看出,在解决一个具体的排水问题时,首先要研究废水的处置方式,也就是选择废水的出路;其次才是研究工程措施。废水出路的慎重选择,易被忽视,实

上是一个重要的基本问题,政策性和技术性都很强,万万不能忽视。

(七)解决废水问题的整套工程设施称排水系统,通常由沟道系统、处理厂(在城市中,常称污水厂;在工厂中,可称废水处理站)和出水口等部分组成。

沟道系统起收集和输送废水的作用,把废水从产生处输送到处理厂或出水口。

处理厂是处理废水的场所,处理后的废水可再次使用或排入水体。

出水口的作用一般是排放废水,污水沟道系统的出水口还应当使废水同受水水体的水流充分混和。

第二节 治理废水的方针

废水问题,同整个工业“三废^①”问题一样,是随着工业的发展而产生的。工业的发展,城市人口的高度集中,废气、废水和废渣的任意排放,破坏了环境,从而危害居民健康,影响工农业生产。

在资本主义国家,生产处于无政府状态,资本家为了追求高额利润,不顾人民的死活,使三废泛滥成灾。虽然向城市集中是资本主义生产的基本条件,但是资本家又总是力图离开资本主义生产所必然造成的大城市,迁移到小城镇或农村去经营。这并没有解决老城市的问题,却增添了新城市的问题。正如恩格斯早就指出的:“要消灭这种新的恶性循环,要消灭这个不断重新产生的现代工业的矛盾,又只有消灭工业的资本主义性质才有可能。”

我们是社会主义国家,一切从人民的利益出发。我国采取“全面规划,合理布局,综合利用,化害为利,依靠群众,大家动手,保护环境,造福人民”的方针,防止废水、废气、废渣对大气、水源和土壤的污染,保障人民身体健康,促进工农业生产的发展。

“全面规划,合理布局”主要是对可能改变正常环境的大规模自然资源开发和工矿企业的兴建而说的,其中工业的合理布局特别重要。恩格斯指出:“只有通过城市和乡村的融合,现在的空气、水和土地的污毒才能排除”。工业布局采取大分散、小集中、多搞小城镇的方针,城镇和工矿区的建设采取城乡结合、工农结合、有利生产、方便生活的新型式,将为“三废”的顺利解决打下良好的基础。“工业学大庆”。大庆是社会主义的新型工矿区。它不仅是一个现代化的石油生产基地,而且是一个现代化的大农场。在辽阔的矿区内,没有高度集中的大城市,分布着几十个亦城亦乡的居民点。这为“三废”的解决创造了良好的条件。

毛主席教导我们:“全面规划,加强领导,这就是我们的方针。”搞排水工作,特别是搞大城市的排水工作,也要全面规划,加强领导。首先,要确定本城市或本企业处置各类废水的原则,那些应予消灭,那些应予利用,那些应无害化,那些可以直接排放,如此等等。其次,要确定城市与工厂、工厂与工厂、车间与车间、城市或企业与人公社之间应如何配合的原则。一般地说,工业废水的消灭和利用,主要在废水产生的地点解决,也就是说主要由各厂解决,城市和兄弟厂之间可以协作。工业废水的无害化则视具体情况而定。凡能同生活污水一起处理的工业废水,可以排入城市污水沟道;其他工业废水则应在厂内处理。在厂内处理的废水,有些(例如某些含毒废水)应就地处理,有些可集中处理;有时,相邻工厂的工业废水合并处理比较合理。采用污水灌溉时,就关系到城、乡的合作。这些工作,不仅仅是技术工作,政策性很强,必须有党的一元化领导,有计划地安排。

^① “三废”是废水、废气、废渣的简称。